接触燃焼式可燃性ガスモニターによる廃棄物一時保管場のメタン簡易測定

Measurement of Methane Emitted from Waste Landfill Site by Portable Gas Detector

信森達也，杉山広和，前田　泉（大気科）
Tatsuya Nobumori，Hirokazu Sugiyama，Izumi Maeda

岡山県環境保健センター年報　32，17－20，2008

【調査研究】

接触燃焼式可燃性ガスモニターによる廃棄物一時保管場のメタン簡易測定

Measurement of Methane Emitted from Waste Landfill Site by Portable Gas Detector

信森達也，杉山広和，前田　泉（大気科）
Tatsuya Nobumori，Hirokazu Sugiyama，Izumi Maeda

要　旨

嫌気性条件下の廃棄物一時保管場堆積物から採取した試料ガスに，酸素を添加することにより，接触燃焼式可燃性ガスモニターで，メタン濃度を迅速に測定できた。

［キーワード：メタン，ガスモニター，酸素添加，廃棄物処理］
［Key words：Methane，Portable Gas Detector，Addition of Oxygen，Waste Disposal］

1　はじめに

有機物を含む廃棄物埋立処分場や一時保管場等では，分解が進行するにつれ嫌気性条件下でメタン等の可燃性ガスや硫化水素等の有害ガスが，好気性条件下では二酸化炭素が発生することが知られている[1)]。

メタンガスは，空気中濃度が５～15％で爆発性を有し[2,3)]，埋立処分場等での事故例が報告されている。また，処分場堆積物は発酵により内部温度が80℃前後に達することがあり，自己発熱による自然発火の危険性が知られている。従って，内部のガスを日常的に分析し，堆積物の分解進行状況を把握することは，安全管理を行う上で重要である。

試料ガスの測定方法として，バッグに採取し試験室に持ち帰ってガスクロマトグラフにより分析する方法と，現場で直接携帯型可燃性ガスモニター等[4)]を用いて分析する方法がある。

今回の測定事例では，試料ガスのメタン濃度が数パーセントレベルと想定されること及び利便性から接触燃焼方式の使用を検討したが，本方式は試料ガスを燃焼させてメタン濃度を検出するため，試料ガス中の酸素濃度が12％以下では測定できない[4)]という短所がある。しかしながら，酸素を添加することにより，嫌気性条件下の廃棄物一時保管場堆積物中の試料ガスを，現場で簡便かつ迅速に測定できたので報告する。

2　材料，装置及び方法

2.1　測定器：接触燃焼式可燃性ガスモニター

品名　吸引式ポータブルマルチガスモニターGX-2003（理研計器㈱）（以下「ガスモニター」という）

測定項目及び検知範囲

- 酸素　　　：0～25％
- メタン　　：0～100％
- 一酸化炭素：0～150ppm
- 硫化水素　：0～30ppm

＊４項目は同時測定，同時表示

寸法	65（W）×171㈴×39㈮mm
重さ	310ｇ
電源	専用Ni-Cd電池，単3形アルカリ乾電池3本の２電源方式
吸引方式	ポンプ内蔵の吸引式
防爆性	防爆構造

2.2　使用ガス及びガス採取用具

メタン（純度99.9％）	ジーエルサイエンス㈱製
酸素　（純度99.5％以上）	エア・ウオーター㈱製
窒素　（純度99.999％以上）	エア・ウオーター㈱製
テドラーバッグ（２L）	アズワン㈱製
間接吸引装置	２L容量を自作
試料ガス吸引用手押し式ポンプ	市販品を使用

2.3　試料ガスの前処理及び測定方法

図2に示した手順で行った。

3　結果及び考察

3.1　ガスモニターの精度

酸素20%，窒素80%の混合気体にメタン(純度99.9%)を添加し，メタン濃度が0.25，0.5，1.0，2.5%となる標準試料をテドラーバッグに調製した。ガスモニターで標準試料を測定し検量線を作成したが，メタン添加値とガスモニター表示値との間に，良好な直線性が得られた（R二乗=0.9999）（図1）。

図1　メタン濃度検量線（酸素20%）

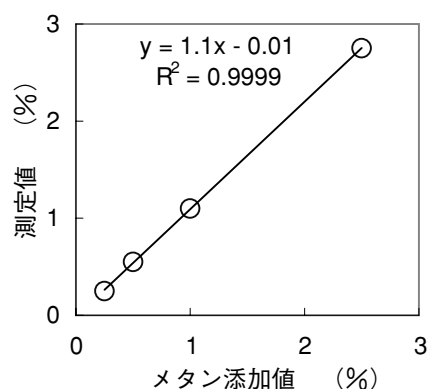



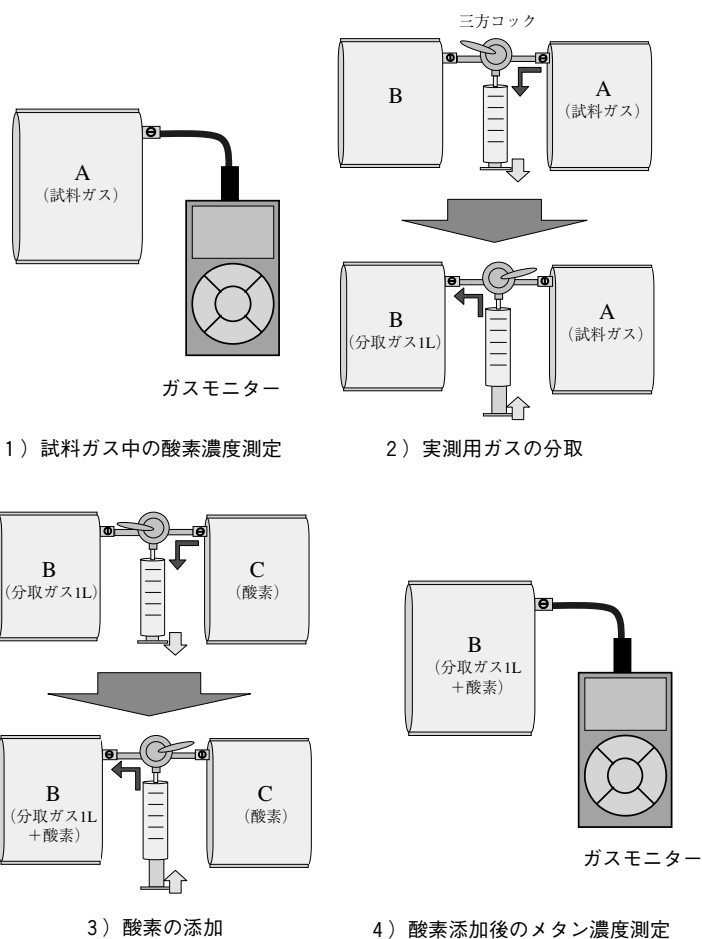
図2　嫌気条件試料の前処理及び測定操作

3.2　嫌気条件試料の前処理及び測定

ガスモニターは，酸化触媒上で可燃性ガスが燃焼する際の発熱量を利用したセンサを使用していることから，正確なガス検知・濃度表示をするためには，動作原理から一定以上の酸素濃度が必要である[4,5]。動作原理を参考1に示した[6]。一般に，メタンが発生する環境は嫌気性であるため,測定ガスの酸素濃度は低く，試料中のメタン濃度を直接モニターすることは困難であることが多い。従って，実測にあたり，試料に酸素を添加する必要がある。

そこで，酸素濃度が20%になるように，以下に示すとおり試料ガスに酸素を添加し，ガスモニターで測定した。

3.2.1　試料ガス中の酸素濃度測定

・ガスモニターを試料ガスで満たされたテドラーバッグ(A)に接続し，試料中酸素濃度を測定した（図2-1)。

3.2.2　実測用ガスの分取

・テドラーバッグ(A)に分取ガス用テドラーバッグ(B)及び注射筒を三方コックを介して接続した。

・テドラーバッグ(A)から，注射筒に試料ガス1Lを分取し，三方コックを切り替え，注射筒と分取ガス用テドラーバッグ(B)を接続し，試料ガスを注射筒からテドラーバッグ(B)に移した（図2-2）。

3.2.3　酸素の添加

・テドラーバッグ(A)を取り外し，酸素入りのテドラーバッグ(C)を接続し，3.2.2実測用ガスの分取と同様の手順で，酸素をテドラーバッグ(C)からテドラーバッグ(B)へ添加した（図2-3）。添加する酸素量は，式1のXにより決定した。

$$X = 0.25 - A/80 \quad （式1）$$

ここで，X：試料ガス1[L]あたり添加する酸素量[L]

A：試料ガスの酸素濃度[%]

3.2.4　酸素添加後のメタン濃度測定及び補正

・テドラーバッグ(B)中の分取ガスは，添加された酸素により希釈されるため，希釈補正係数(K)を式2により求めた。

K　＝　1　＋　X　　　　　　　　　（式２）

ここで，K：希釈補正係数

X：試料ガス1[L]あたり添加した酸素量[L]

・ガスモニターをテドラーバッグ(B)に接続し（図２-４），測定されたメタン濃度に希釈補正係数(K)を乗じることにより補正し，試料中のメタン濃度を求めた。

なお，現場での作業にあたり，試料中酸素濃度と酸素添加量及び希釈補正係数の関係を表１にまとめた。

表１　試料1[L]あたりの酸素添加量と希釈補正係数

試料の酸素濃度 A[%]	酸素添加量 X[L]	希釈補正係数 K
0	0.25	1.25
2	0.23	1.23
4	0.20	1.20
6	0.18	1.18
8	0.15	1.15
10	0.13	1.13
12	0.10	1.10
14	0.08	1.08
16	0.05	1.05
18	0.03	1.03
20	0.00	1.00

3.3　現地調査

平成19年11月と12月に有機物を含む廃棄物一時保管場の現地調査を実施した。測定はNo.1～5の５地点とし，地中にパイプ（内径23mm，長さ1500mm）の打ち込みを行った。あらかじめパイプ内部のガスを手押し式ポンプで吐き出し,入り口をゴム栓で外気と遮断し，２時間後にパイプ内に溜まったガスを，間接吸引法でテドラーバッグに採取し，試料とした。試料の前処理及び測定は，「３.２嫌気条件試料の前処理及び測定」に記載した手順に従い，現地で実施した。

ガスモニターを用いて測定した試料の酸素濃度とメタン濃度を図３に示した。酸素濃度は０～16%，メタン濃度は0.7～6.3%の範囲であった。11月と12月の測定結果を比較すると，両項目とも，全体傾向はよく似ており，顕著な変化は見られなかった。酸素の大気中での通常値（20.7%）と比較すると，いずれの地点も

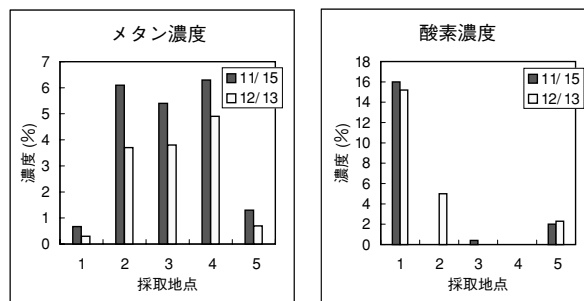



図３　現地調査結果

下回っており，特にNo.2～5は，11月に０～２%，12月に０～５%で嫌気性状況下にあると云えた。メタンの測定値は，空気中爆発濃度範囲（５～15%）と比較すると，No.２,３,４について，11月に下限値を超え，12月に下限値に近い値であった。

今回測定に用いた接触燃焼式可燃性ガスモニターは，比較的安価かつ小型・軽量で，メタン以外にも酸素，一酸化炭素，硫化水素濃度を同時に測定できた。

4　まとめ

廃棄物一時保管場の嫌気性条件下における堆積物中ガスのように，酸素濃度が数%と非常に低い試料であっても，試料に酸素を添加することにより，接触燃焼式可燃性ガスモニターで試料中の0.3～6.3%のメタン濃度を迅速に測定することができた。

謝辞

本調査で使用したガスモニターの入手にあたり，迅速に対応していただいた循環型社会推進課ならびに備前県民局に感謝します。

文　献

1）東京都港湾局：東京湾のごみ埋立地盤の安定化調査について，平成13年５月

2）海外技術資料研究所専門委員会編：既存化学物質データ要覧第１巻，2-184，海外技術資料研究所，東京，1974

3）日本化学会編：化学便覧応用編改訂２版，p.1611，丸善，東京，1975

4）久保倉宏一，堀　弘樹：埋立場発生ガス管理における携帯型ガス検知器の利用可能性，福岡市保健環境所報第28号（平成14年度），177-179，2003

5）理研計器株式会社：吸引式ポータブルマルチガスモニターGX-2003取扱説明書
6）理研計器株式会社：社内技術資料

参考１　ガスモニターの動作原理（理研計器株式会社社内技術資料から許可を受け転載）

ガス検知器は，ホイートストンブリッジ回路の２辺に，白金線コイル上に特殊触媒処理した一組の素子（検知素子，補償素子）から，構成される。これら2個の素子はコイルを流れる電流によって，ジュール熱を発生し，双方が一定の同一温度に予熱されている。検知素子(D)は，可燃性ガスが検知素子の表面に触れると触媒作用により，低温度で接触燃焼する。一方，補償素子(C)は,ガスが触れても接触燃焼を起こさないよう,触媒活性のない素子が使用されている。また，補償素子(C)は，周囲温湿度の変動等に対して，検知素子と同一特性をもっており，空気中ではホイートストンブリッジ回路は平衡している。検知素子(D)に可燃性ガスを含む混合ガスが触れると，素子の表面で接触燃焼が起り，検知素子(D)の温度が上昇し，電気抵抗が大きくなる。そのときブリッジ回路のAB間に電位差が生じ，メータMeに電流が流れ，この指示からガス濃度を知ることが出来る。

参考図　原理回路図